

Metode pemeriksaan arus pusar untuk tabung non-Feromagnetik alat penukar bahang terpasang

DAFTAR ISI

	Halaman
1. RUANG LINGKUP	1
2. ACUAN	1
3. PERSYARATAN UMUM	1
4. PERALATAN	1
5. TEKNIK	1
6. KALIBRASI	1
6.1 Standar tabung kalibrasi	1
6.2 Prosedur kalibrasi frekuensi dasar	2
6.2.1 Kalibrasi frekuensi dasar menggunakan kumparan diferensial	2
6.2.2 Kalibrasi frekuensi dasar menggunakan kumparan absolut	2
6.3 Prosedur kalibrasi frekuensi bantu	3
6.4 Konfirmasi kalibrasi	3
6.5 Korelasi sinyal untuk estimasi kedalaman ketakmalaran	3
7. PEMERIKSAAN	4
7.1 Umum	4
7.2 Kecepatan gerakan kuar	4
8. EVALUASI	4
9. DOKUMENTASI	5

Metode Pemeriksaan Arus Putar untuk Tabung Nonferomagnetik Alat Penukar Bahang Terpasang

1. RUANG LINGKUP

Standar ini menetapkan metode pemeriksaan arus putar dan peralatan yang digunakan untuk tabung nonferomagnetik alat penukar bahang terpasang. Metode dan teknik yang dijelaskan dalam standar ini dimaksudkan untuk mendeteksi dan menentukan degradasi tabung.

2. ACUAN

ASME Section V Article 8-Appendix I, "Eddy Current Examination Method For Installed Nonferromagnetic Heat Exchanger Tubing".

3. PERSYARATAN UMUM

- a. Frekuensi dasar pemeriksaan arus putar diperlukan dan harus dilakukan sesuai dengan butir 6.2
- b. Persyaratan peralatan uji dan prosedur pemeriksaan harus sesuai dengan butir 4.
- c. Kalibrasi harus dilakukan sesuai dengan butir 6.
- d. Pemeriksaan harus dilakukan sesuai dengan butir 7.

4. PERALATAN

Untuk pemeriksaan ini harus digunakan peralatan uji tak merusak arus putar yang dapat beroperasi dengan modus diferensial atau modus absolut atau keduanya. Jika diperlukan, harus disediakan juga peranti perekam data, tampilan langsung, dalam format yang sesuai untuk evaluasi dan arsip.

Instrumen elektronik sistem arus putar harus dikalibrasi paling tidak sekali setahun atau setiap setelah peralatan diservis berkala atau diperbaiki karena adanya penyimpangan atau kerusakan.

5. TEKNIK

Untuk pemeriksaan ini dapat digunakan teknik frekuensi tunggal atau frekuensi majemuk. Kuar dimasukkan ke dalam tabung pada posisi daerah uji setelah frekuensi uji ditentukan dan setelah kalibrasi selesai dilakukan. Sinyal arus putar dari setiap frekuensi harus direkam untuk bahan tinjauan, analisis dan penetapan akhir.

6. KALIBRASI

6.1 Standar Tabung Kalibrasi

Standar tabung kalibrasi harus terbuat dari tabung yang memiliki ukuran nominal dan jenis material (komposisi kimia dan bentuk produk) yang sama dengan tabung yang akan diuji.

Fungsi standar ini adalah untuk menetapkan dan memeriksa respon sistem. Tabung ini harus memiliki ketakmalaran (diskontinuitas) kalibrasi sebagai berikut.

- a. Sebuah lubang 100% tembus dinding berdiameter 1,32 mm (0.052 inci) untuk tabung berdiameter luar 19,05 mm (3/4 inci) atau kurang, dan berdiameter 1,70 mm (0.067 inci) untuk tabung yang lebih besar.
- b. Empat lubang dasar rata dengan kedalaman 20% tebal dinding pada permukaan luar berdiameter 4,76 mm (3/16 inci), mengelilingi tabung pada satu bidang masing-masing pada posisi 90°.
- c. Sebuah alur melingkar 360°, dengan kedalaman 10% tebal dinding pada permukaan dalam tabung dan lebarnya 1,59 mm (1/16 inci).
- d. Semua ketakmalaran kalibrasi harus berjarak satu sama lainnya dan juga dari pinggir tabung agar masing-masing dapat diidentifikasi.
- e. Setiap standar harus diidentifikasi dengan nomor seri.
- f. Ketepatan kedalaman ketakmalaran di sumbunya harus $\pm 20\%$ dari kedalamannya atau ± 0.76 mm (± 0.003 inci), pilih yang terkecil. Dimensi lainnya harus memiliki ketepatan sampai 0.25 mm (0.010 inci).
- g. Dimensi ketakmalaran kalibrasi dan respon sistem arus pusar yang digunakan harus direkam pada rekaman permanen standar tersebut.

6.2 Prosedur Kalibrasi Frekuensi Dasar¹

Sistem pemeriksaan harus dikalibrasi menggunakan standar yang dijelaskan di butir 6.1.

6.2.1 Kalibrasi Frekuensi Dasar Menggunakan Kumparan Diferensial

- (1) Instrumen uji arus pusar diatur pada suatu frekuensi dasar sehingga sudut fase sinyal dari empat lubang dasar rata 20% adalah antara 50° dan 120° searah putaran jarum jam dari sinyal lubang tembus (lihat gambar 1).
- (2) Ketika kuar ditarik, jejak sinyal empat lubang dasar rata 20% harus muncul dengan arah jejak seperti pada gambar 1: pertama turun ke kiri lalu naik ke kanan kemudian turun kembali ke titik asal.
- (3) Kepekaan diatur untuk menghasilkan sinyal dengan jarak puncak-ke-puncak minimum 30% skala penuh horizontal dari empat lubang dasar rata 20% pada osiloskop dengan kepekaan 1 Volt/divisi.
- (4) Tombol fase atau rotasi diatur sehingga respon sinyal karena gerakan kuar, atau karena alur melingkar di sisi dalam tabung kedalaman 10%, atau keduanya, berada pada sumbu horizontal tampilan $\pm 5^\circ$. Respon lubang kalibrasi harus tetap terjaga seperti dijelaskan pada butir 6.2.1.1, 6.2.1.2 dan 6.2.1.3.

6.2.2 Kalibrasi Frekuensi Dasar Menggunakan Kumparan Absolut

- (1) Instrumen arus pusar diatur pada suatu frekuensi dasar sehingga sudut fase antara garis lurus yang membentang dari titik asal ke puncak respon dari lubang tembus dan sumbu

¹ Frekuensi dasar adalah frekuensi uji yang dipilih untuk pemeriksaan yang menghasilkan respon dari lubang dasar rata 20% dan lubang tembus dinding 100% di standar tabung kalibrasi dengan perbedaan sudut fasa antara 50° dan 120°.

horizontal kira-kira 40° . Sudut fase yang terbentuk oleh garis lurus yang membentang dari titik asal ke puncak respon empat lubang dasar rata 20% dan garis lurus respon lubang tembus adalah antara 50° dan 120° (lihat gambar 2).

- (2) Kepekaan harus diatur agar dihasilkan sinyal dengan jarak titik asal-ke-puncak minimum sebesar 30% skala penuh horizontal dari empat lubang dasar rata 20% pada osiloskop dengan kepekaan 1 Volt/divisi.
- (3) Tombol fase atau rotasi diatur sehingga respon sinyal karena gerakan kuar, atau karena alur melingkar di sisi dalam tabung kedalaman 10%, atau keduanya, berada pada sumbu horizontal tampilan $\pm 5^\circ$. Respon lubang kalibrasi harus tetap terjaga seperti dijelaskan pada butir 6.2.2.1 dan 6.2.2.2.
- (4) Sinyal tampilan boleh diputar ke sisi kuadran atas tampilan menurut kehendak operator.
- (5) Kuar ditarik sepanjang standar tabung kalibrasi berulang-ulang dengan kecepatan yang dipilih untuk pemeriksaan. Respon ketakmalaran kalibrasi yang dipakai harus direkam. Pastikan respon itu dapat ditunjukkan secara jelas oleh instrumen dan dapat dibedakan satu dengan yang lainnya seperti dari sinyal gerakan kuar.

6.3 Prosedur Kalibrasi Frekuensi Bantu.

- a. Frekuensi bantu dapat digunakan untuk memeriksa dinding tabung. Standar acuan selain yang telah ditetapkan di butir 6.1 boleh digunakan untuk menetapkan kepekaan dan acuan fase bidang impedansi.
- b. Untuk menekan sekecil mungkin sinyal gangguan, frekuensi bantu dapat dikombinasikan dengan frekuensi dasar atau dengan frekuensi bantu lainnya. Jika frekuensi bantu dikombinasikan dengan frekuensi dasar guna menekan sinyal gangguan, frekuensi dasar harus memenuhi persyaratan pada butir 6.2.
- c. Untuk menetapkan parameter kombinasi, digunakan standar acuan yang mensimulasikan sinyal gangguan. Respon frekuensi bantu atau respon frekuensi dasar terhadap standar acuan sinyal gangguan, atau keduanya harus direkam sebagai rekaman kalibrasi.
- d. Kuar ditarik berulang sepanjang standar kalibrasi dengan kecepatan yang telah ditentukan untuk pemeriksaan. Respon frekuensi bantu terhadap ketakmalaran acuan yang digunakan harus direkam.
- e. Frekuensi dasar dan frekuensi bantu harus direkam.

6.4 Konfirmasi Kalibrasi

- a. Kalibrasi harus meliputi sistem pemeriksaan arus pusar secara lengkap. Jika ada perubahan pada kuar, panjang kabel, instrumen arus pusar, instrumen perekam, atau apapun dari perangkat keras sistem pemeriksaan arus pusar, maka perlu dilakukan kalibrasi ulang.
- b. Perangkat kalibrasi sistem harus memenuhi standar.
- c. Jika diketahui sistem telah menyimpang dari kalibrasi (seperti ditetapkan di butir 6.2) maka peralatan harus dikalibrasi ulang. Kalibrasi ulang ini harus tercatat pada rekaman. Analisis data harus menentukan tabung yang perlu diperiksa ulang (jika ada).

6.5 Korelasi Sinyal untuk Estimasi Kedalaman Ketakmalaran

Kedalaman ketakmalaran terutama ditunjukkan oleh sudut fase sinyal arus pusar yang dihasilkan. Hubungan antara kedalaman pembanding acuan dengan sudut fase sinyal harus dibuat untuk pemeriksaan yang dilakukan (lihat gambar 3). Pembanding acuan berikut dapat digunakan.

- a. Pembanding acuan harus dibuat dari tabung dengan ukuran nominal (diameter dan tebal dinding) dan material (komposisi kimia dan bentuk produk) yang sama dengan tabung yang diuji.
- b. Pembanding acuan dapat berupa lubang boran dasar rata dengan kedalaman yang berbeda.
- c. Lubang boran pada standar kalibrasi (lihat butir 6.1) dapat digunakan untuk menetapkan korelasi tersebut dengan menambah kedalaman.
- d. Toleransi dimensi untuk lubang dasar rata tersebut harus sama dengan yang telah ditentukan untuk standar tabung kalibrasi (lihat butir 6.1 f).
- e. Kecuali untuk lubang yang disebutkan di f(1) berikut, semua acuan harus terpisah cukup jauh untuk mencegah interferensi antar sinyal.
- f. Jika digunakan lubang boran pada standar kalibrasi, dimensinya harus sebagai berikut.
 - (1) Empat lubang dasar rata dengan kedalaman 20% tebal dinding berdiameter 4,76 mm (3/16 inci.) [sama dengan standar tabung kalibrasi di butir 6.1 b];
 - (2) Satu lubang dasar rata dengan kedalaman 40% tebal dinding dari permukaan luar; berdiameter 4,76 mm (3/16 inci.).
 - (3) Satu lubang dasar rata dengan kedalaman 60% tebal dinding dari permukaan luar; berdiameter 2,78 mm (7/64 inci.).
 - (4) Satu lubang dasar rata dengan kedalaman 80% tebal dinding dari permukaan luar; berdiameter 1,98 mm (5/64 inci.).
 - (5) Satu lubang tembus dinding (sama dengan standar tabung kalibrasi di butir 6.1 a).
- g. Pembanding acuan lain dapat digunakan, asalkan dapat ditunjukkan sebanding dengan ketakmalaran yang akan dievaluasi.
- h. Amplitudo sinyal dapat digunakan untuk estimasi kedalaman cacat yang memiliki keteraturan pertambahan kedalamannya. Standar yang menunjukkan cacat tersebut harus digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dari amplitudo terhadap kedalaman cacat.

7. PEMERIKSAAN

7.1 Umum

Data harus direkam ketika kuar melewati tabung.

7.2 Kecepatan Gerakan Kuar

Kecepatan gerakan kuar nominal untuk pemeriksaan tidak boleh melebihi 355,6 mm/detik (14 inci/detik). Kecepatan yang lebih besar dapat digunakan jika respon frekuensi dan kepekaan sistem terhadap standar kalibrasi yang disebutkan di butir 6.1 dapat dipenuhi.

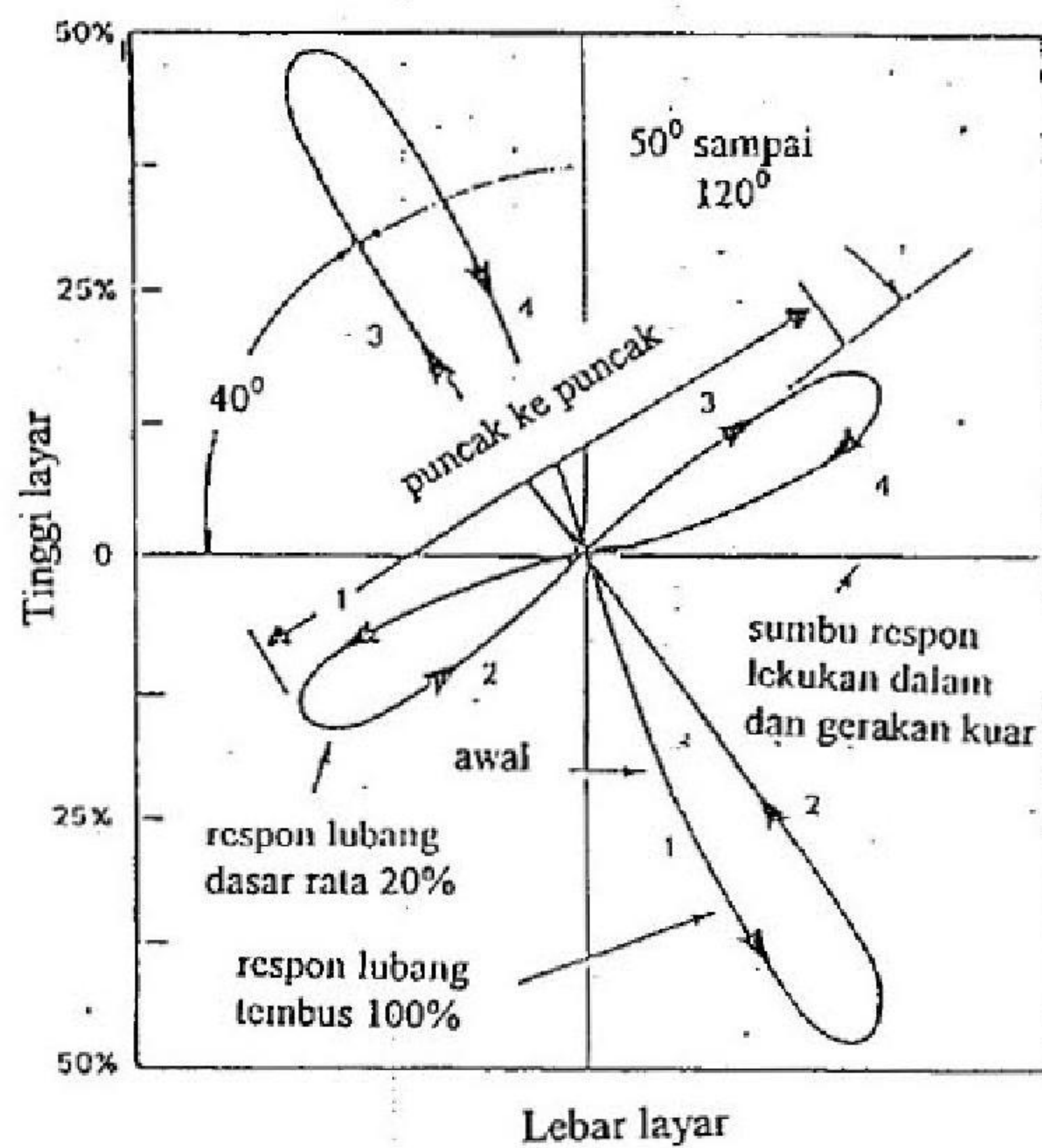
8. EVALUASI

Evaluasi data hasil pemeriksaan harus dilakukan sesuai standar.

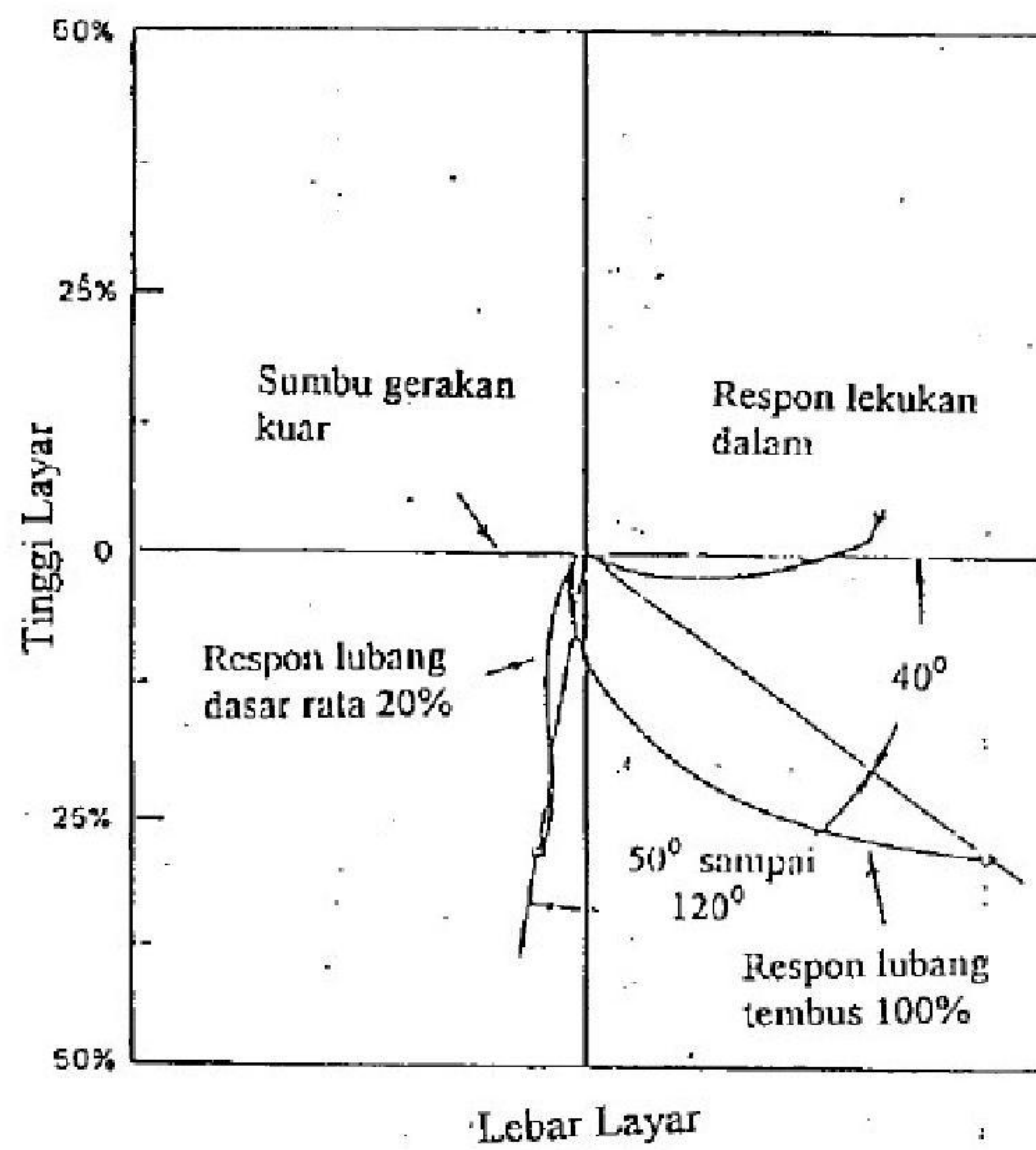
9. DOKUMENTASI

Dokumentasi harus mencakup sekurang-kurangnya informasi berikut :

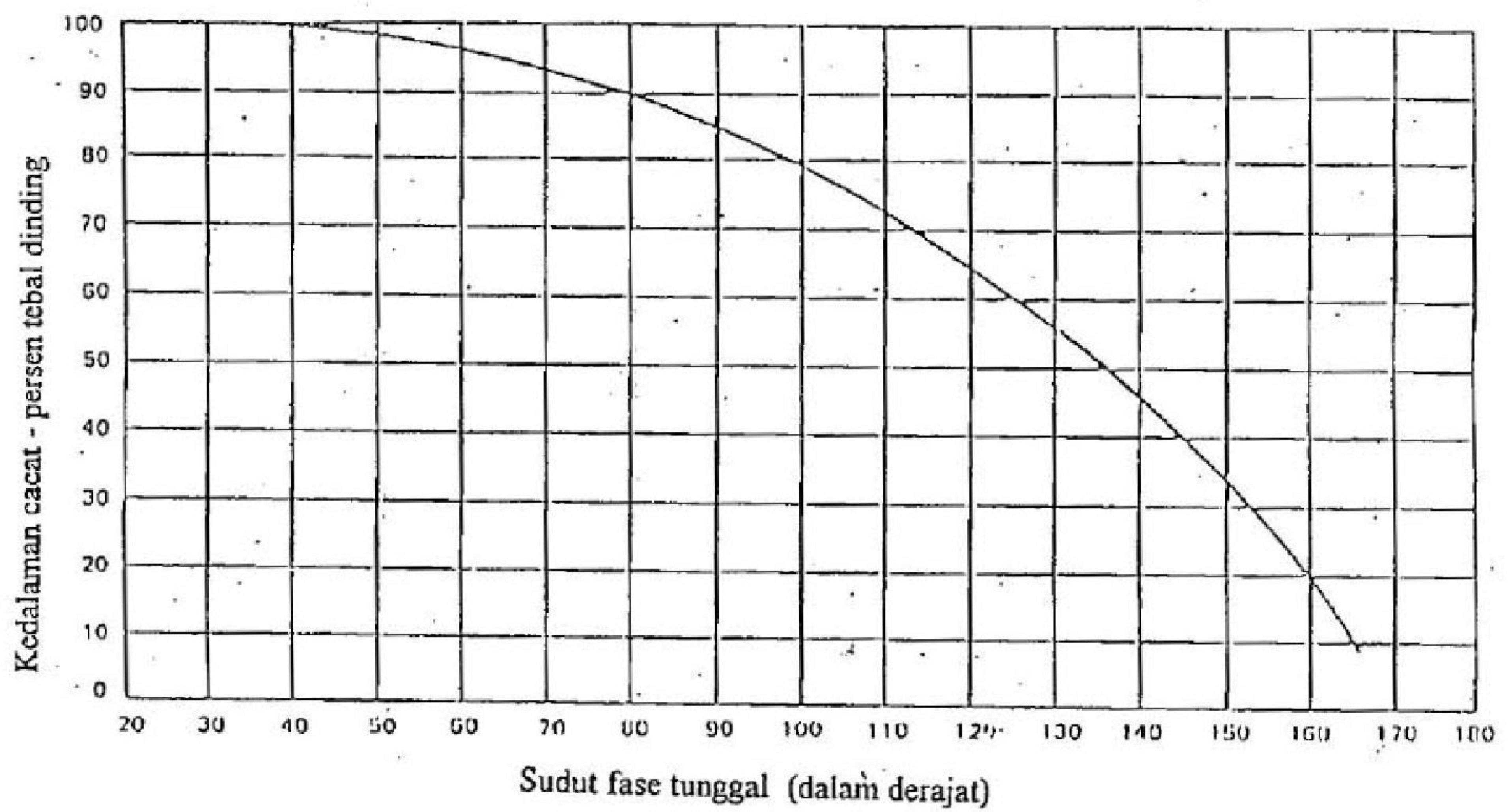
- a. Material, diameter dan tebal dinding tabung.
- b. Ukuran dan tipe kuar.
- c. Modus operasi (diferensial atau absolut atau keduanya).
- d. Frekuensi pemeriksaan.
- e. Pabrik pembuat dan tipe peralatan arus puser.
- f. Kecepatan pemayaran selama pemeriksaan.
- g. Teknik pemeriksaan (misalnya: kuar manual, kuar dengan penggerak mekanis, kuar dengan kendali jauh dan lain-lain).
- h. Prosedur kalibrasi dan standar tabung kalibrasi.
- i. Alat perekam data dan prosedurnya.
- j. Prosedur untuk menginterpretasi hasil.
- k. Informasi tambahan yang diperlukan untuk menjelaskan pemeriksaan.



Gambar 1. Bentuk sinyal respon dari sistem kumparan diferensial yang dikalibrasi secara tepat.



Gambar 2. Bentuk sinyal respon dari sistem kumparan absolut yang dikalibrasi secara tepat.



Gambar 3. Grafik Sudut fase - Kedalaman cacat tabung Inconel, 400kHz (dinding tabung 1,27 mm (0.050 in.))

BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id